

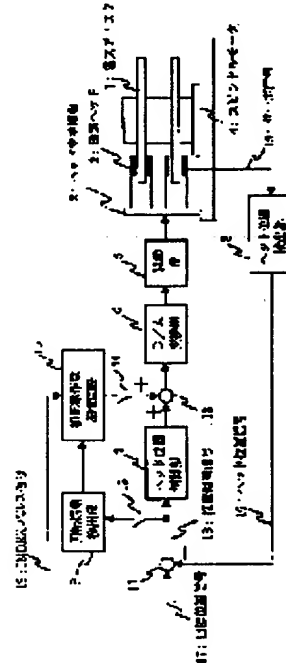
(11)Publication number : 09-282820  
(43)Date of publication of application : 31.10.1997

**G11B 21/10**

(71)Applicant : HITACHI LTD  
(72)Inventor : OSAWA HIROYUKI  
NUMAZATO HIDEHIKO

**(57)Abstract:**

**SOLUTION:** When a positional deviation signal 18 is input to a rotating vibration detecting means 9 by causing a magnetic head 2 to follow the track, a gain during the tracking operation is reduced to make large influence of the rotating synchronous vibration in the positional deviation signal 18 to easily select the asynchronous vibration. The rotating vibration detecting means 9 obtains amount of rotating vibration of disk surface from the positional deviation signal 18, calculates amount of operation to provide the rotating vibration amount to store this data into a compensating amount storing circuit 10. During the information recording and reproducing operation, amount of operation depending on the number of samples from the INDEX pulse signal 19 is input to a driving means 5 from the compensating operation amount storing circuit 10 to compensate for the rotating synchronous vibration in the positional deviation signal 18.



[Date of request for examination]	20.09.1999
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	
[Date of registration]	
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-282820

(43)公開日 平成9年(1997)10月31日

1017 U.S. PTO  
09/928415  
08/14/01

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 1 1 B 21/10

識別記号

庁内整理番号

F I

G 1 1 B 21/10

技術表示箇所

V

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平8-87934

(22)出願日 平成8年(1996)4月10日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 大澤 弘幸

神奈川県小田原市国府津2880番地株式会社

日立製作所ストレージシステム事業部内

(72)発明者 沼里 英彦

神奈川県小田原市国府津2880番地株式会社

日立製作所ストレージシステム事業部内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

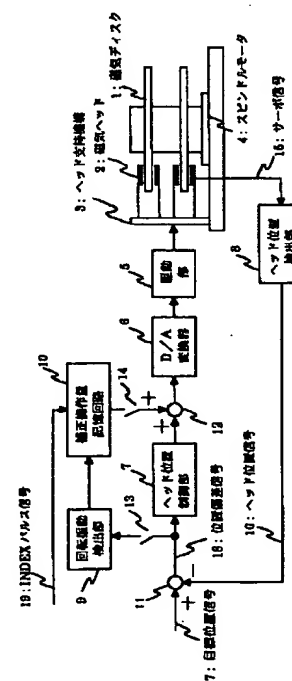
(54)【発明の名称】 磁気ディスク装置

(57)【要約】

【課題】磁気ディスク装置のヘッド位置決め動作において、位置決め制御回路の位置偏差圧縮特性を用いてディスク面の回転振動量を検出し、これに従って駆動回路への入力電圧を調整することにより、高精度な位置決め制御を実現する。

【解決手段】磁気ヘッド2をトラック中心に追従動作させ、位置偏差信号18を回転振動検出部9に入力するとき、追従動作中のゲインを小さくして位置偏差信号18内の回転同期振動の影響を大きくし、非同期振動との切り分けを容易にする。回転振動検出部9では、位置偏差信号18からディスク面の回転振動量を求め、その回転振動量が得られる操作量を算出し、補正操作量記憶回路10に記憶する。情報の記録再生時には、INDEXパルス信号19からのサンプル数に応じた操作量を補正操作量記憶回路10から駆動部5に入力し、位置偏差信号18中の回転同期振動を補償する。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ディスク面上にデータを記憶する領域と位置情報を記憶する領域とが交互に配置される磁気ディスクと、該磁気ディスク面に対向し一対として配置される磁気ヘッドと、該磁気ヘッドを支持するヘッド支持機構と、該ヘッド支持機構を移動させる駆動部と、該磁気ヘッドの位置を検出するヘッド位置検出部と、該駆動部に駆動指令値を出力し該磁気ヘッドの位置を制御するヘッド位置制御部を有する磁気ディスク装置において、該磁気ヘッドを目的位置に位置決めする際の該ヘッド位置制御部の位置外乱を圧縮する特性を用いて該磁気ディスク面の回転振動量を検出する回路と、その回転振動量を記憶する回転振動記憶回路と、該回転振動記憶回路のデータに基づいて該制御回路の回転同期振動を補償する振動補償回路を有することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項2】 ディスク面上にデータを記憶する領域と位置情報を記憶する領域とが交互に配置される磁気ディスクと、該磁気ディスク面に対向し一対として配置される磁気ヘッドと、該磁気ヘッドを支持するヘッド支持機構と、該ヘッド支持機構を移動させる駆動部と、該磁気ヘッドの位置を検出するヘッド位置検出部と、該駆動部に駆動指令値を出力し該磁気ヘッドの位置を制御するヘッド位置制御部を有する磁気ディスク装置において、該磁気ヘッドを目的位置に位置決めする際に位置決め動作中のゲインを小さくすることにより位置偏差信号中の回転同期振動の影響を大きくして該磁気ディスク面の回転振動量を検出する回路と、その回転振動量を記憶する回転振動記憶回路と、該回転振動記憶回路のデータに基づいて該制御回路の回転同期振動を補償する振動補償回路を有することを特徴とする磁気ディスク装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、磁気ディスク装置の磁気ヘッド位置決め制御に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 磁気ディスク装置において、磁気ディスクの偏心により磁気ヘッドと磁気ディスクの相対的な位置偏差が発生する。この位置偏差は、ディスク面上の目標トラックにヘッドを追従動作させることにより低減でき、追従しきれない位置偏差が回転同期振動として検出される。この回転同期振動はデータ書き込み時およびデータ読み込み時に常に同じ振動であれば、ディスク面上に書かれているデータを正確に読み込むことができる。しかし、磁気ディスク装置の動作環境の変化により、磁気ディスク面の偏心量が変わると磁気ディスク面上のデータの読み込みが正確に行われなくなる。また、ヘッドの位置決め制御における位置偏差信号には、ディスクの回転に同期しない振動（非同期振動）も発生しており、回転同期振動と非同期振動の切り分けが厳密にでき

ない場合もある。

【0003】 従来、この回転同期振動は、位置決め制御回路の位置外乱圧縮特性により補償されている。しかし、高精度な位置決め制御が要求される場合、制御系の特性により十分な圧縮能力が得られない場合もあり、位置決め誤差内の回転同期振動成分を積極的に低減する必要がある。回転同期振動の低減方法としては、磁気ディスク面の回転偏心を低減することがもっとも有効であるが、装置のばらつき等により完全に低減することは不可能である。そのため、回転偏心量を検出し、位置決め制御回路において回転同期振動成分を補償するためのいくつかの方法が提案されている。例えば、特開昭61-153886では、フォロイング中の位置偏差信号を検出し、それに基づいて目標位置信号を修正することにより回転同期振動を補償する方法が開示されている。また、特開昭62-114172では、ボイスコイルモータを任意の位置で止めた場合に検出されるヘッド位置信号より磁気ディスクの偏心量を求める方法が開示されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上記課題に対する従来技術は、次の2つの問題がある。

【0005】 1. 位置決め制御系により圧縮された後の微小な位置偏差振動を用いて補償することは難しい。また、回転同期振動と非同期振動の切り分けも厳密にはできない。そこで、位置決め制御系で圧縮される前のディスクの回転振動自体を積極的に補償する必要がある。

【0006】 2. ディスク面の回転振動量を求める場合に、ヘッドの位置決め制御動作を中断することは、磁気ディスク装置の動作環境の変化に対して回転振動量の再測定が困難であることからあまり望ましくない。

【0007】 そこで、本発明では、フォロイング中（位置決め制御動作中）のゲインを下げることにより回転同期振動成分を増幅して検出し、位置決め制御回路の位置偏差圧縮率より磁気ディスクの回転振動量を算出する。この回転振動量に追従するための操作量をあらかじめ駆動部に入力することにより回転同期振動を完全に補償でき、磁気ヘッドの高精度位置決めを可能とすることを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 ディスク面上にデータを記憶する領域と位置情報を記憶する領域とが交互に配置される磁気ディスクと、該磁気ディスク面に対向し一対として配置される磁気ヘッドと、該磁気ヘッドを支持するヘッド支持機構と、該ヘッド支持機構を移動させる駆動部と、該磁気ヘッドの位置を検出するヘッド位置検出部と、該駆動部に駆動指令値を出力し該磁気ヘッドの位置を制御するヘッド位置制御部を有する磁気ディスク装置において、該磁気ヘッドを目的位置に位置決めする際に、該ディスク面の回転振動量を検出する手段、およ

び、この情報に基づき位置決め制御の回転同期振動成分を補償する手段を備えている。

【0009】上記の手段を用いることにより、ヘッド位置決め制御の回転同期振動成分を低減でき、高精度な位置決め制御が実現できる。

【0010】

【発明の実施の形態】まず、本発明の実施例を図1に従い説明する。

【0011】情報を記録するための少なくとも1枚の磁気ディスク1は、スピンドルモータ4により駆動する軸に取り付けられている。磁気ディスク1に相対して配置される磁気ヘッド2は、ヘッド支持機構3により一体として支持される。ヘッド支持機構3は、駆動部5により駆動される。これにより、磁気ヘッド2は磁気ディスク1の外周から内周方向、あるいは、その逆方向に移動し、目標とする同心円状の記憶領域である目標トラック（図示せず）に位置決めされ、情報の記録再生を行う。このとき、磁気ヘッド2の位置信号16は、磁気ディスク1から一定のサンプル間隔で読み出されるサーボ信号15からヘッド位置検出部8で検出され（デジタル変換される）、減算器11で目標位置信号17との位置偏差信号18が算出されてヘッド位置制御部7に取り込まれる。ヘッド位置制御部7では、取り込まれた位置偏差信号18に基づいて制御演算を行い、D/A変換器6を介して駆動部5に駆動指令値を出力する。

【0012】また、ディスク面の回転振動量を検出するためには、磁気ヘッド2をトラック中心に追従動作させ、スイッチ13を閉じて、位置偏差信号18を回転振動検出部9に入力する。このとき、スイッチ14は開けておき、回転同期振動を補償する操作量の入力は行わな

$$L0 = C(f0)P(f0)$$

また、感度関数のゲインS0は数2で表され、このときの位置偏差の圧縮率は $1/S0$ で表される。

$$S0 = 1 / (1 + C(f0)P(f0)) \quad (\text{数2})$$

つまり、数2より回転同期周波数f0の実際の振動 $z(f0)$ は、 $z(f0) / (1 + C(f0)P(f0))$ としてヘッド位置信号16に残る。

【0017】このことより、位置偏差信号18（＝目標

$$X(f0) * 1 / (1 + C(f0)P(f0)) = -e(f0) \quad (\text{数3})$$

【0019】

$$X(f0) = -e(f0) * (1 + C(f0)P(f0)) \quad (\text{数4})$$

ここで、 $X(f0)$ ：回転振動量

$e(f0)$ ：位置偏差信号

数4より、回転振動量は位置偏差信号より求めることができる。

【0020】また、位置偏差の圧縮率はフォロイング中

$$S = 1 / (C(f0)P(f0)) = 1 / L(f0) \quad (\text{数5})$$

したがって、圧縮率はフォロイング中のゲイン $L(f0)$ と等しくなる。

【0022】つまり、フォロイング中のゲインを小さく

い。回転振動検出部9では、位置偏差信号18から位置決め制御系の圧縮率を考慮してディスク面の回転振動量を求め、その回転振動量が得られるような操作量を算出する。回転振動検出部9で算出された操作量は、補正操作量記憶回路10に送られ記憶される。情報の記録再生時には、INDEXパルス信号19からのサンプル数に応じた操作量を補正操作量記憶回路10から駆動部5に入力し、位置偏差信号18中の回転同期振動量を補償する。

【0013】そこで、始めに、ディスク面の回転振動量の検出方法を示す。図2に回転振動検出部9の構成を示す。回転振動検出部9は、同期振動抽出フィルタ20、回転振動算出回路21、操作量算出回路22で構成されている。同期振動抽出フィルタ20は、検出した位置偏差信号18から磁気ディスク1の回転周期に同期した振動のみを取り出すためのもので、例えば、バンドパスフィルタが用いられる。

【0014】回転振動算出回路21では、位置決め制御系の圧縮特性を考慮してディスク面の回転振動量を求める。ここで、位置決め制御系の圧縮特性について説明する。図3に、ヘッド位置制御部7の伝達関数をCとし、D/A変換器6、駆動部5、ヘッド支持機構3、ヘッド位置検出部8をまとめて制御対象として伝達関数Pでモデル化した制御回路を示す。このときの位置決め制御系のオープンループ周波数特性、及び感度関数は、それぞれ図4、図5である。スピンドルモータ4の回転同期周波数をf0とすると、回転同期周波数におけるオープンループ周波数のゲインL0は数1で表される。

【0015】

【数1】

(数1)

【0016】

【数2】

(数2)

位置信号17－ヘッド位置信号16)と、回転振動量の関係は数3となる。

【0018】

【数3】

【数4】

のゲインと関係があり、数2において $C(f0)P(f0) \gg 1$ の場合、数5のように近似される。

【0021】

【数5】

すると、オープンループ周波数のゲインLは小さくなり、圧縮率も小さくなる。そして位置信号に残る低周波域の振動成分が大きくなる。しかも、回転同期振動成分

は他の低周波域の非同期信号と比較して大きいために、フォロイング中のゲインを小さくすることにより回転同期と非同期信号の切り分けが容易となる。

【0023】以上のことから、回転振動算出回路21では、数4を用いて位置偏差信号からディスク面の回転振動量を算出する。さらに、回転振動量検出時にはフォロイング中にゲイン（例えば、ループゲイン）を小さくすれば、回転振動量を検出しやすくなる。

【0024】操作量算出回路22では、算出されたディスク面の回転振動量に磁気ヘッド2が追従するような操作量を求める。

$$\text{Follow\_gain} = \text{Follow\_gain} * (1/K) \quad (\text{数6})$$

INDEXパルス信号より1周期分の位置偏差信号18を検出する（F6c）。同期振動抽出フィルタ20を通し、回転同期振動のみを検出する（F6d）。検出した回転同期振動Xが振幅A、位相TiとしてSIN波近似

$$X = A \sin(\pi T + T_i)$$

【0029】ここで、T：磁気ディスクの回転周期[s]

次に、数4を用いて、検出した回転同期振動から磁気ディスク面の回転振動量を算出する（F6e）。図7に、位置決め制御系の圧縮率の関係を示す。あらかじめ通常のフォロイング中の回転同期周波数の圧縮率1/M（

$$\begin{aligned} -20 \log N &= -20 \log M + 20 \log K \\ &= -20 \log (M/K) \end{aligned} \quad (\text{数8})$$

【0031】

$$1/N = K/M \quad (\text{数9})$$

したがって、磁気ディスク面の回転振動量Dは、数10となり、同期振動抽出フィルタを通過した後の回転同期振動XのK/M倍の振幅となる。

$$D = X/N$$

$$= A \cdot K/M \sin(\pi T + T_i) \quad \dots (\text{数10})$$

【0033】数10より求めた回転振動量Dを駆動部5への操作量に換算し、補正操作量記憶回路22に記憶する（F6f）。補正操作量は、操作量（D/A変換器の入力値）からヘッド位置信号までの制御対象の伝達関数Pを用いて算出される。伝達関数Pの回転同期周波数f

$$Z = A \cdot K/M/G_p \sin(\pi T + T_i - T_p) \quad \dots (\text{数11})$$

【0035】このとき、補正操作量記憶回路22には数11で得られるような信号をINDEXパルスからのサンプル毎の値として記憶される。

【0036】次に、補正操作量記憶回路22に記憶された情報を用いて回転同期振動を補償する方法について説明する。通常の位置決め制御時には、スイッチ14を閉じて、検出されたINDEXパルス信号19からのサンプル数に応じた操作量Z（sample）（sample = 0, 1, 2, ..., n；n：セクタ数）をD/A変換器6へ入力する。

【0037】この結果、磁気ヘッド2がディスク面の回転振動に追従できる操作量をフィードフォワード量とし

【0025】次に、回転振動検出部9を用いたディスク面の回転振動測定は、図6に示す流れに沿って実行される。すなわち、ヘッドの位置決め制御を開始し、目標位置で追従動作を行う（F6a）。ここで、フォロイングのループゲインを（1/K）倍することにより、位置偏差信号中の回転同期振動の影響を大きくし、ディスク面の回転振動成分を検出しやすくする。（F6b）。

【0026】フォロイングループゲイン

【0027】

【数6】

できるとすると数7のようになる。

【0028】

【数7】

…（数7）

20 log M [dB]）を求めておく。そのとき、ループゲインを小さくしたことにより、制御系の圧縮率1/N（-20 log N [dB]）は次のようにして求められる。

【0030】

【数8】

（数8）

【数9】

（数9）

【0032】

【数10】

0におけるゲインをGp、位相をTpとすると、補正操作量Zは数11のようになる。

【0034】

【数11】

て操作量に加えることにより、位置偏差信号内の回転同期振動を補償できる。

【0038】

【発明の効果】本発明によれば、磁気ディスク装置のヘッド位置決め動作において、位置決め制御回路の位置偏差圧縮特性を用いてディスク面の回転振動量を検出し、これに従って駆動部への入力電圧を調整することにより、回転同期振動成分を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による磁気ディスク装置のヘッド位置決め制御系の一実施例である。

【図2】回転振動検出部の構成図である。

【図3】ヘッド位置決め制御系の模式図である。

【図4】位置決め制御系のオープンループ周波数特性である。

【図5】位置決め制御系の感度関数である。

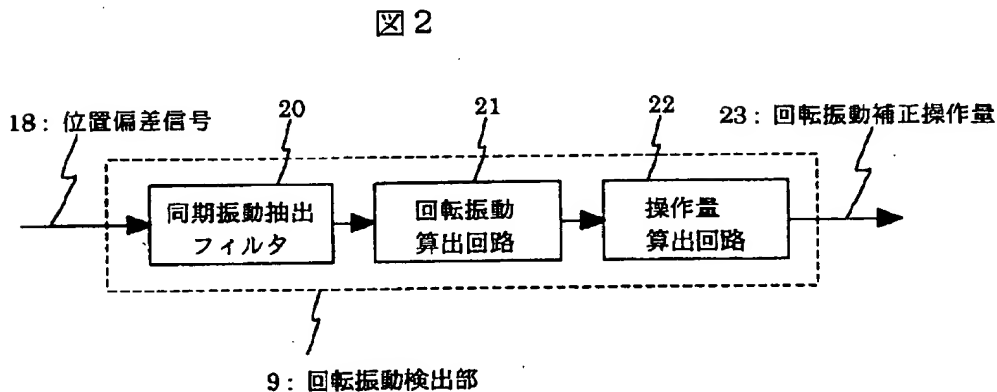
【図6】ディスク面の回転振動量検出アルゴリズム（一例）のフローチャートである。

【図7】フォロイングループゲインを $(1/K)$ 倍した場合の位置決め制御系の圧縮率である。

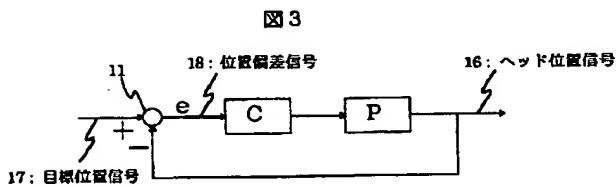
【符号の説明】

1…磁気ディスク、2…磁気ヘッド、3…ヘッド支持機構、4…スピンドルモータ、5…駆動部、6…D/A変換器、7…ヘッド位置制御部、8…ヘッド位置検出部、9…回転振動検出部、10…補正操作量記憶回路、11…減算器、12…加算器、13…スイッチ、14…スイッチ、15…サーボ信号、16…ヘッド位置信号、17…目標位置信号、18…位置偏差信号、19…INDEXパルス信号、20…同期振動検出フィルタ、21…回転振動算出回路、22…操作量算出回路、23…回転振動補正操作量、24…回転同期周波数、25…圧縮率。

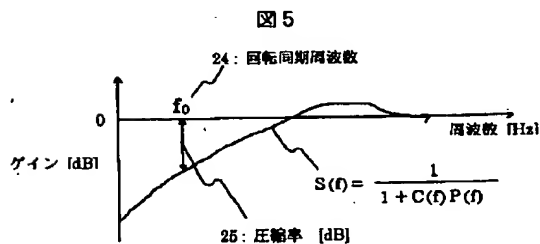
【図2】



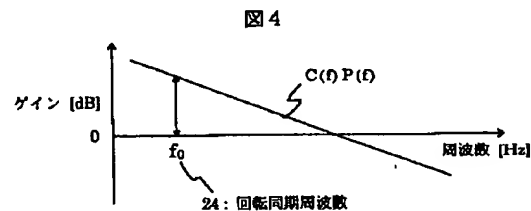
【図3】



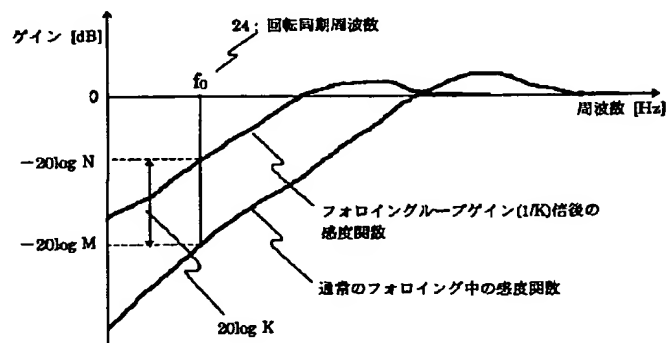
【図5】



【図4】

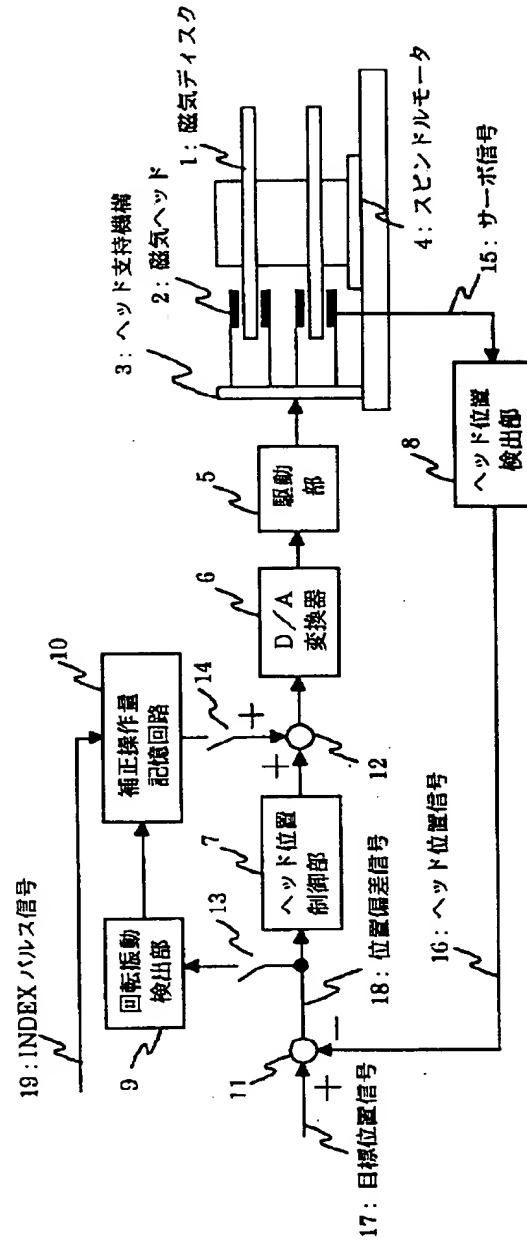


【図7】



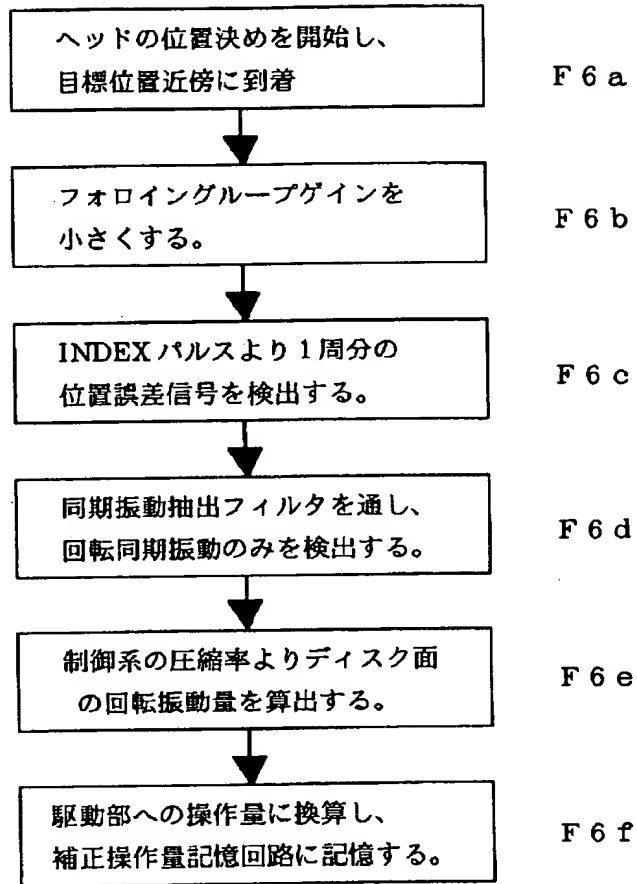
【図 1】

図 1



【図6】

図6





【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
【部門区分】第6部門第4区分  
【発行日】平成13年4月13日(2001.4.13)

【公開番号】特開平9-282820  
【公開日】平成9年10月31日(1997.10.31)  
【年通号数】公開特許公報9-2829  
【出願番号】特願平8-87934  
【国際特許分類第7版】  
G11B 21/10  
【FI】  
G11B 21/10 V

【手続補正書】  
【提出日】平成11年9月20日(1999.9.20)  
【手続補正1】  
【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】0002  
【補正方法】変更  
【補正内容】  
【0002】

【従来の技術】磁気ディスク装置において、磁気ディスクの偏心により磁気ヘッドと磁気ディスクの相対的な位置偏差が発生する。この位置偏差は、ディスク面上の目標トラックにヘッドを追従動作させることにより低減で

き、追従しきれない位置偏差が回転同期振動として検出される。この回転同期振動はデータ書き込み時およびデータ読み出し時に常に同じ振動であれば、ディスク面上に書かれているデータを正確に読み出すことができる。しかし、磁気ディスク装置の動作環境の変化により、磁気ディスク面の偏心量が変化すると磁気ディスク面上のデータの読み出しが正確に行われなくなる。また、ヘッドの位置決め制御における位置偏差信号には、ディスクの回転に同期しない振動(非同期振動)も発生しており、回転同期振動と非同期振動の切り分けが厳密にできない場合もある。